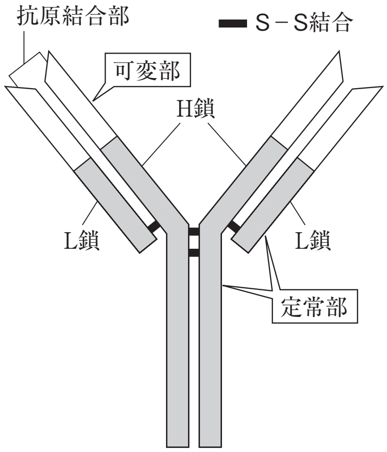
第５講　さまざまなタンパク質

■免疫にかかわるタンパク質

◆抗体　…　主成分は免疫グロブリン
2本ずつのＨ鎖とＬ鎖からなり，可変部にて抗原と特異的に結合する。



◆白血球の膜タンパク質

TLR（Toll様受容体）　…　樹状細胞やマクロファージの細胞膜や細胞内に存在。
多くの病原体の持つ共通成分を認識する。

MHC　…　細胞内に存在するタンパク質を表面に提示するタンパク質。多くの細胞では自己抗原を，樹状細胞やマクロファージ，感染細胞などは外来抗原を提示する。

TCR（Ｔ細胞レセプター）　…　Ｔ細胞はMHC分子上に提示されている抗原をTCRで認識する。

BCR（Ｂ細胞レセプター）　…　Ｂ細胞の表面には自身の産生する抗体と同じ構造の受容体が存在する。

©RECRUIT HOLDINGS

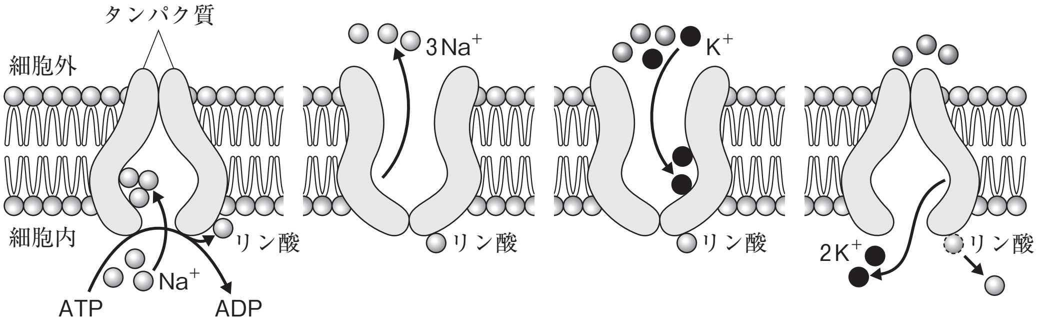
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■膜輸送にかかわるタンパク質

◆能動輸送に関わるタンパク質

・ナトリウムポンプ（Na^+／K^+ ATPアーゼ）

…　ナトリウムポンプはATPのエネルギーを利用して，Na^+を細胞外に，K^+を細胞内に輸送する。

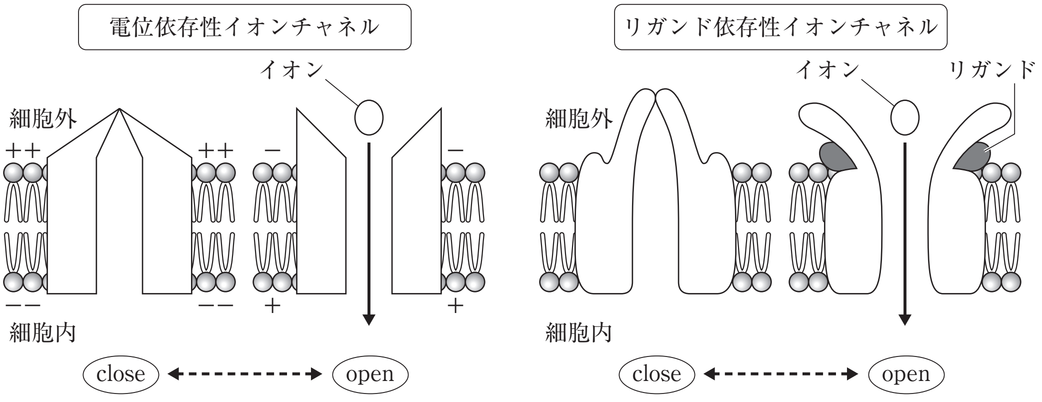


①３個のNa^+が結合し，ATPのエネルギーでタンパク質の形が変わる。 → ②細胞外へNa^+を放出する。 → ③細胞外から２個のK^+が結合する。 → ④リン酸がはずれると，タンパク質の形がもとに戻り，K^+を細胞内へ放出する。

◆受動輸送に関わるタンパク質

・チャネル

…　イオンチャネルは，濃度勾配に従ってそれぞれのイオンを輸送する。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　演習問題

Ⅰ　輸送タンパク質の機能に関する次の問1と問2に答えなさい。

ヒトの赤血球にはミトコンドリアがないため，ATPは細胞質基質で解糖系によってつくられる。赤血球の細胞膜に見られる能動輸送について次の実験1，2を行い，図1のような結果を得た。

実験1　体内から取り出したヒト赤血球を体液と同じイオン組成の溶液に浮遊させ，4℃で数時間放置すると，赤血球内のK^+濃度は減少した。

実験2　実験1に引きつづき，溶液の温度を37℃に上げ，2時間後その中にグルコースを加えたところ，赤血球内のK^+濃度が増加したが，グルコースのかわりにATPを加えても効果は見られなかった。

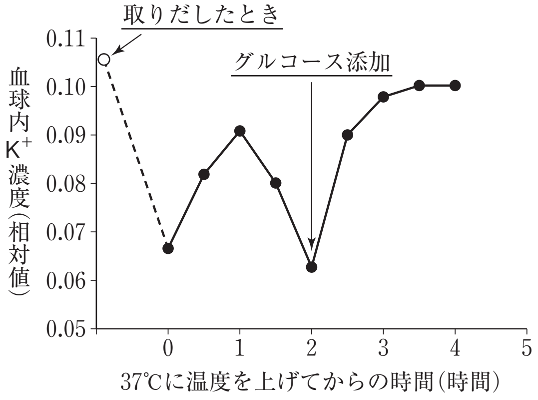


図1　赤血球内のK^+濃度の推移

問1　実験1で4℃に放置したとき，赤血球のK^+濃度が減少した理由として適切なものを，次の①〜④の中から選びなさい。

① 低温下では，細胞膜にあるナトリウムポンプがはたらかなくなり，外部からのNa^+の流入が減少し，内部からのK^+の流出が減少したから。

② 低温下では，細胞膜にあるナトリウムポンプがはたらかなくなり，外部からのK^+の流入が減少し，内部からのNa^+の流出が減少したから。

③ 低温下では，細胞膜にあるカルシウムポンプがはたらかなくなり，外部からのK^+の流入が減少し，内部からのNa^+の流出が減少したから。

④ 低温下では，細胞膜にあるカルシウムポンプがはたらかなくなり，外部からのNa^+の流入が減少し，内部からのK^+の流出が減少したから。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　実験2で4℃から37℃にしたときに，一時的にK^+が増加したが，再び減少した理由として適切なものを，次の①～④の中から選びなさい。

① 37℃になると細胞質内の解糖系によるATP生産が再開され，ナトリウムポンプがはたらくようになったが，時間の経過とともに，グルコースが枯渇し，ナトリウムポンプのはたらきが減少したから。

② 37℃になると呼吸によるATP生産が再開され，ナトリウムポンプがはたらくようになったが，時間の経過とともに，酸素が減少し，ナトリウムポンプのはたらきが減少したから。

③ 37℃になると細胞質内のグルコース生産が再開され，ナトリウムポンプがはたらくようになったが，時間の経過とともに，酸素が減少し，カルシウムポンプのはたらきが減少したから。

④ 37℃になると細胞質内のグルコース生産が再開され，ナトリウムポンプがはたらくようになったが，時間の経過とともに，カルシウムポンプがはたらくようになるから。

Ⅱ　抗体に関する次の問3～問6に答えなさい。

B細胞によってつくられる抗体は（　a　）というY字状をしたタンパク質で，2本のH鎖と2本のL鎖がS－S結合により連結した4本のポリペプチドからなる（図2）。H鎖のアミノ酸配列を指定する遺伝子は4つの領域から構成されていて，V領域，D領域，J領域は成熟したB細胞ごとに異なるが，残りの部分は共通のアミノ酸配列を指定している。同様に，L鎖を指定する遺伝子においても，V領域とJ領域はB細胞ごとに異なるが残りの部分は共通である。その結果，Y字状に開いた側の先端部はアミノ酸配列が変化に富んでいて，（　b　）と呼ばれ，この先端部の立体構造の違いによって，抗体タンパク質は抗原と特異的に結合する。（　b　）より内側（Y字状タンパク質の基部側）の領域は同じアミノ酸配列をもち，（　c　）と呼ばれる。Y字状の抗体には（　b　）が2ヶ所あるため，1分子の抗体は同時に2分子の抗原と結合することができ，抗原が集まって巨大な複合体を形成する。こうした抗原と抗体の複合体形成により病原体は無毒化される。

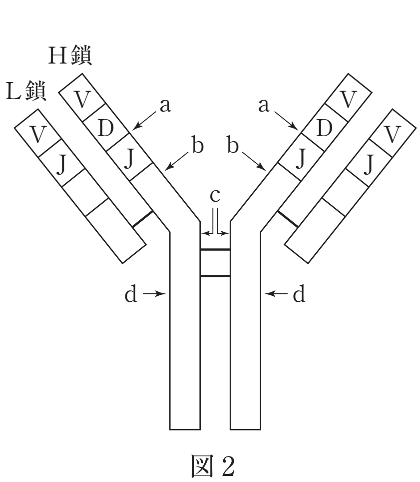


図2

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　文中の空所（　a　）～（　c　）それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。

問４　Ｓ－Ｓ結合を切る薬剤で処理した抗体タンパク質はＬ鎖２本とＨ鎖２本になり，抗原との結合能力が失われた。抗原と結合できなくなった理由を１行でしるせ。

問５　抗体をタンパク質分解酵素であるパパインで消化すると，抗体はＨ鎖の１ヶ所で切断されることがわかった。消化後の抗体は抗原結合能力を保持していたが，同時に２分子の抗原と結合する能力は失われてしまった。パパインが切断すると予想される抗体の位置を，図２中のａ～ｄから１つ選べ。

問６　抗体をペプシンで消化した場合にも，抗体はＨ鎖の１ヶ所で切断が起こることがわかった。消化後の抗体は抗原結合能力を保持しており，同時に２分子の抗原と結合することもできた。ペプシンが切断すると予想される抗体の位置を，図２中のａ～ｄから１つ選べ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　確認テスト

細胞膜の機能に関する文章を読み，次の問1から問3に答えなさい。

動物細胞の細胞膜は核と細胞質を外界から隔てるバリアとしての役割のほかに，細胞内外の物質の出入りの調節を行っている。物質は一般的に濃度の高い方から低い方へ，つまり濃度勾配にしたがって移動する性質があり，この現象を（　ア　）という。しかし，細胞膜を通過できるのは，酸素や二酸化炭素などの非常に小さな分子や疎水性の分子で，その他の物質は細胞膜中にあるタンパク質によって出入りしている。これを（　イ　）といい，それは濃度勾配にもとづく（　ア　）によって起こる（　ウ　）と濃度勾配に逆らって起こる（　エ　）の方法によって行われている。(a)（　ウ　）はチャネルと輸送体（輸送タンパク質），(b)（　エ　）はポンプが担っている。

問1　文中の（　ア　）から（　エ　）に入る語句の組み合わせとして適切なものを，次の①～⑧の中から選びなさい。

	（　ア　）	（　イ　）	（　ウ　）	（　エ　）
①	拡散	能動輸送	受動輸送	選択的透過性
②	選択的透過性	拡散	能動輸送	受動輸送
③	能動輸送	拡散	選択的透過性	受動輸送
④	受動輸送	能動輸送	拡散	選択的透過性
⑤	拡散	選択的透過性	能動輸送	受動輸送
⑥	選択的透過性	能動輸送	受動輸送	拡散
⑦	拡散	選択的透過性	受動輸送	能動輸送
⑧	受動輸送	拡散	能動輸送	選択的透過性

問2　下線部(a)に関する記述として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

① エネルギー源であるグルコースは細胞内で分解されることが多いので，細胞内外の濃度勾配にしたがい，輸送体によって細胞内に取り入れられている。

② アクアポリンは水分子とナトリウムやカリウムなどの金属イオン分子を同時に細胞内に取り入れている。

③ 輸送体は物質の濃度勾配とは関係なく，物質を細胞内に取り入れている。

④ 輸送体に属するアクアポリンはホルモンの刺激を受けて開き，水分子を細胞内に取り入れている。

⑤ ナトリウムチャネルは細胞内に蓄積する高濃度のナトリウムイオンを排出している。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　下線部(b)に関する記述として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

①　アミノ酸ポンプはタンパク質の生成で必要とされるアミノ酸を，濃度勾配を利用して取り入れている。

②　カリウムポンプはカリウムイオンを細胞内に取り入れるために，カルシウムイオンを細胞外に排出している。

③　神経細胞のカリウムポンプは活動電位の発生に必要なカリウムイオンを細胞内に取り入れている。

④　細胞膜のナトリウムポンプは細胞内のナトリウムイオン濃度を一定に保つために，ナトリウムイオンを細胞外へ排出している。

⑤　活動電位が神経細胞末端に到達すると電位変化に依存してナトリウムポンプが作動して，神経伝達物質を放出する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　演習問題

問1　②

問2　①

問3　a　免疫グロブリン　　b　可変部　　c　定常部

問4　L鎖とH鎖の可変部が組み合わさることで1つの抗原結合部を形成するから(L鎖とH鎖が離れると抗原結合部位の立体構造が壊れてしまうから)。

問5　c

問6　d

第5講　確認テスト

問1　⑦
問2　①
問3　④

【解説】

問1　濃度勾配に従って物質が移動する現象は拡散という。細胞膜は，物質によってその膜透過性が異なり，細胞内での生命現象に必要な物質のやり取りを行っている。このような細胞膜の性質を選択的透過性といい，膜の化学的透過性やチャネル，輸送体による受動輸送，ポンプによる能動輸送によって支えられている。

問2　②について，アクアポリンは水を選択的に透過する水チャネルであり，その他のイオンは透過しない。③について，輸送体は受動輸送を促進する膜タンパク質であるため，物質の濃度勾配の影響を受ける。④について，アクアポリンは膜上に存在する場合は常時開いている膜タンパク質である。ホルモンの刺激を受けて開口するわけでない。⑤について，ナトリウムポンプの働きによって細胞内にナトリウムイオンの濃度は低く保たれている。ナトリウムチャネルが開いた場合は，細胞内にナトリウムイオンが流入する。

問3　①について，ポンプは，濃度勾配に依らず物質を特定の方向に輸送する膜タンパク質である。②について，カリウムイオンを輸送するタンパク質として，ナトリウムポンプがもっとも有名である。ナトリウムポンプはカリウムイオンを細胞内に取り入れると同時にナトリウムイオンを細胞外に排出している。③について，活動電位の発生に必要なイオンはカリウムイオンではなく，ナトリウムイオンである。⑤について，活動電位が神経細胞末端に到達すると電位変化に依存してカルシウムチャネルが開く。その結果，カルシウムイオンが細胞内に流入し，エキソサイトーシスによって神経伝達物質が放出される。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。